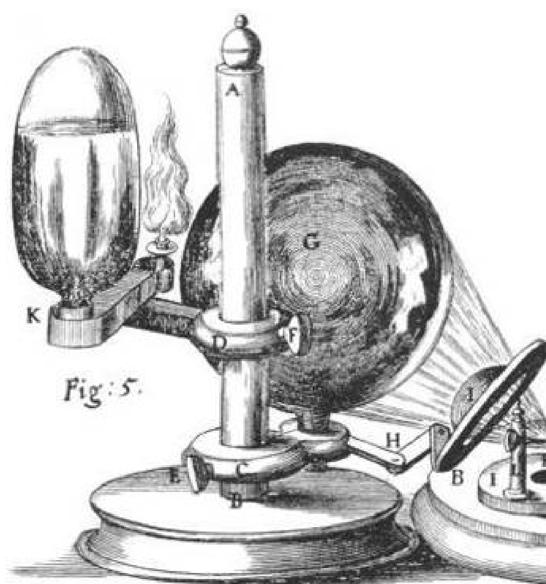

A
G
K
D
F
Fig: 5.
H
E
C
B


C
G
Fig: 6.
F
D
M
K
B
I
A
N
C

La « Micrographia » de R. Hooke, ou les promesses de la technique au service des sciences de la nature.

avec la première traduction française de la première observation de « cellules »

R. Raynal

Pr. de biologie et géologie, Dr de l'université de Toulouse



En guise de préface

Au début, je désirais juste procurer aux professeurs du secondaire une traduction du texte de Hooke décrivant, comme cela est noté dans de nombreux manuels, la première observation d'une cellule. J'ai en effet découvert que, comme nombre d'autres scientifiques anglais de son époque, il n'existait aucun ouvrage en français traitant de la vie et de l'œuvre de Hooke, lui qui pourtant fut le « Léonard de Vinci anglais », comme l'appelle le professeur et Historien des Sciences Allan Chapman.

Ce manque de textes fondateurs accessibles en français ne m'a pas surpris, puisque même Darwin n'avait pas été traduit complètement dans notre langue jusqu'à ce que j'entreprenne la traduction, toujours en cours, des 5 volumes de la « Zoologie du voyage du Beagle ». On m'objectera que les spécialistes désirant utiliser ces textes ont tous une bonne connaissance de l'anglais. Outre que cela n'est, hélas, pas toujours exact, ce n'est parfois pas le cas de nombre de professeurs qui souhaiteraient disposer d'un texte « authentique » de l'histoire des sciences, d'une grande importance, qui soit immédiatement accessible à leur compréhension et facilement adaptable par leurs soins à l'intention de leurs élèves ou étudiants.

J'ai donc traduit, transcrit même, l'article de « Micrographia » décrivant les premières cellules. Ce faisant, je l'ai un peu commenté. Puis je me suis dit qu'il pourrait être utile, également, de lire la préface de cet ouvrage fondateur afin de cerner les intentions de Hooke. Cette lecture m'a conduit à en traduire de larges extraits, reproduits et commentés ici. Cette préface est peut-être plus importante à nos yeux modernes que les observations du livre entier, car elle constitue un véritable manifeste en faveur de la démarche expérimentale en sciences. J'ai ensuite songé qu'il serait nécessaire, vu le manque de données en Français sur le personnage, de présenter brièvement Hooke : ce qui devait être un simple paragraphe est alors devenu une notice biographique d'une

dizaine de pages. C’est, à ma connaissance, la seule aussi complète (malgré ses énormes lacunes) qui soit disponible en français.

Il apparaitra alors que Hooke, malgré une réputation détestable et une mauvaise image dans notre pays (pour ceux qui en ont entendu parler), a été un des premiers, si ce n’est le premier, « ingénieur d’études » scientifiques, et qu’il a contribué à montrer, en construisant et en inventant nombre de dispositifs expérimentaux et d’instruments, combien science et technique sont un couple indissociable, aucun ne pouvant progresser sans le secours de l’autre. Cette importance donnée à la technique préfigure la révolution industrielle à venir, qui prendra racine dans le terreau anglais, fertilisé par cette « nouvelle science » et les machines qui vont en découler. Il apparaitra aussi qu’il a joué un rôle précurseur dans le changement du statut des fossiles, contribuant à faire passer ces derniers du stade de simples curiosités purement minérales à celui de traces de formes de vies disparues.

Les 60 articles qui composent la Micrographia permettent de montrer l’étendue des recherches de Hooke et les proportions respectives de ses centres d’intérêt. Si l’on établit ces proportions, on découvre que le contenu de l’ouvrage, selon nos termes modernes, se compose de :

* 45 % de Zoologie (10 articles sur des organes ou des membres d’animaux, 16 sur les insectes et les acariens)

* 22 % de botanique (13 articles sur des organes végétaux, dont 5 sur des graines, et l’article sur les cellules du liège).

* 15 % de Physique (dont la moitié concerne la lumière et les couleurs)

* 7 % de géologie

Les 11 % restant se répartissent entre l’astronomie (2 articles), les champignons et moisissures (2 articles) et les objets du quotidien (aiguilles, rasoir, tissus…). Toutefois, ce décompte est quelque peu artificiel, Hooke n’hésitant pas, dans un même article, à intégrer des éléments très disparates. Ainsi, l’article sur le tranchant des rasoirs comporte aussi des considérations sur le polissage des lentilles, et aurait pu être relié à ses préoccupations en optique pratique… Il ne faut pas se laisser abuser par l’aspect « bric-à-brac » des sujets étudiés par Hooke. En effet, ce dernier ne s’est pas contenté de mettre sous l’objectif de ses microscopes tout ce qui lui passait sous la main : il a organisé son œuvre comme

une révélation, une porte ouverte non seulement sur l'infiniment petit, analogue à celle ouverte 55 années plus tôt par Galilée dans le *Sidereus Nuncius* vers l'infiniment grand ; mais aussi vers les interrogations fondamentales de la science de son temps : la lumière, l'air, les combustions, la nature des fossiles… sont donc nécessairement autant de sujets abordés dans son inclassable ouvrage.

Il est étonnant de voir combien les réactions et les tentatives des élèves découvrant pour la première fois le microscope sont semblables aux choix de Hooke, les supports de la curiosité humaine n'ayant que peu varié en 4 siècles. Que regardent, spontanément, si on les laisse faire, des élèves de sixième au microscope ? Leurs cheveux, du tissu, un malheureux insecte s'il en vient un à passer à leur portée, la pointe de leurs crayons… tous objets qui, avant eux, émerveillèrent le Curateur de la Royal Society voici presque 350 ans…

C'est, entre autres, pour cela que je crois l'utilisation de l'histoire des sciences si indispensable dans l'enseignement de ces dernières. Il faut montrer que « la » science n'est pas un ensemble d'immuables vérités désincarnées, mais une dynamique qui, par delà les siècles et les millénaires, réunit dans un projet commun ceux et celles qui s'interrogent sur le monde qui les entoure. Des yeux gris de Hooke dessinant fébrilement ce qu'il découvrait dans un microscope donnant des images sombres et indistinctes aux grands yeux de l'élève de sixième découvrant avec étonnement l'aspect des graduations de son équerre grossie une quarantaine de fois, il n'y a pas qu'une parenté, mais aussi un projet, par delà les siècles, d'une science humaine, très humaine…

R. Raynal, octobre 2011



Qui était Robert Hooke ?

Robert Hooke, né le 18 juillet 1635 à Freshwater, dans l'île de Wright, était fils d'un ecclésiastique, le révérend John Hooke. Enfant de santé fragile en une époque impitoyable où la médecine est de peu de secours, ses parents pensent qu'il mourra rapidement, et se désintéressent donc de son avenir. Cela permet à Hooke de laisser libre cours à ses penchants pour la mécanique : il construit des jouets animés, de petites machines, des répliques (dont celle d'une horloge, qui fonctionne assez bien) et réalise des dessins d'une grande qualité. Ayant survécu à son père mort en 1648, il utilise son héritage pour devenir apprenti portraitiste à Londres.

Le jeune Robert, trop curieux pour s'investir dans ce travail, s'inscrit au collège (la Westminster School). Son directeur, le Dr Richard Busby, remarque les aptitudes exceptionnelles de ce nouvel élève, qu'il héberge et prend sous sa protection avec un petit groupe d'élèves recevant un enseignement qui valorise la démarche scientifique. Hooke va y apprendre le latin, le grec, la musique et les mathématiques. À 17 ans, en 1653, il est admit à Oxford comme… choriste !

À Oxford, son habilité manuelle et son esprit inventif le font remarquer de plusieurs professeurs : il est tout d'abord l'assistant du médecin et anatomiste Thomas Willis. Il travaille de concert avec J. Wilkins sur les machines volantes, démontrant que les muscles humains n'ont pas la puissance nécessaire pour le vol, et commençant des recherches pour trouver un dispositif susceptible de les remplacer ou de multiplier leur force, ce qui va l'amener à étudier l'élasticité de différents corps. Hooke est surtout remarqué par le noble et riche physicien et chimiste Robert Boyle. Hooke devient son « assistant » : il le restera de 1655 à 1662. Cette fonction combine celle d'un « agent de laboratoire » et d'un assistant moderne : Hooke conçoit, construit, développe et réalise les équipements nécessaires aux expériences et aux recherches de

Boyle. Ce faisant, il développe aussi ses propres centres d'intérêt et ses propres recherches « techniques », développant des méthodes de construction et de fabrication d'instruments scientifiques. Hooke est donc, dès le début, un technicien en plus d'être un scientifique.

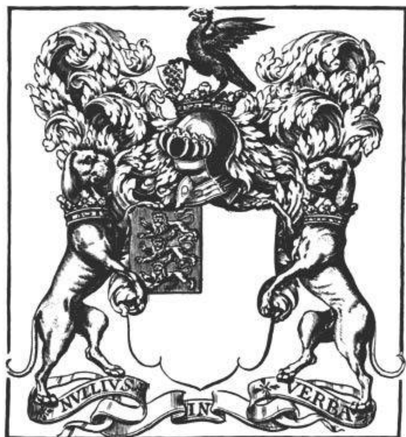
Boyle regroupe aussi autour de lui quelques scientifiques constituant le « collège invisible », un groupe d'une douzaine de scientifiques se réunissant de façon à partager leurs connaissances, leurs découvertes et à se présenter publiquement leurs expériences. Hooke intègre ce « collège » particulier, qui contribuera à former la Royal Society.

Oxford, dans un contexte politique troublé pour l'Angleterre (Cromwell est mort en 1658, et des tensions opposent les partisans d'un absolutisme royal, dans la lignée de Charles Ier, et ceux favorables à la monarchie parlementaire), est le creuset d'une intense activité intellectuelle. Hooke, qui politiquement est plutôt en faveur du roi, y rencontre les plupart des grands esprits du temps, dont les futurs fondateurs de ce qui va devenir la Royal Society. Hooke met au point pour Boyle la pompe à air avec laquelle ce dernier va étudier les influences du vide, et mettre en évidence la loi de Boyle, a laquelle Hooke a probablement apporté un concours actif, les deux hommes, de condition sociale très différentes, partageant une mutuelle estime. La chose est assez exceptionnelle pour être soulignée. Les expériences pneumatiques de Boyle apportent à cet égard un exemple bienvenu.

La pompe à air que Hooke a mise au point pour Boyle s'inspire de celle inventée par Otto von Guericke quelques années auparavant, en 1650, et qui a donnée lieu en 1654 aux fameuses expériences publiques des sphères de Magdebourg. C'est un instrument cher, complexe et difficile à utiliser, construit sur mesure pour les expériences de Boyle : Hooke était presque le seul à savoir l'utiliser, et il a réalisé à la place de Boyle la plupart des démonstrations publiques utilisant sa pompe (appelée à l'époque « moteur pneumatique »). Avec cette pompe, Boyle a réalisé une quarantaine d'expériences qu'il décrit dans son livre *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects (Made, for the Most Part, in a New Pneumatical Engine)* – Nouvelles expériences physico-mécaniques sur la compression de l'air et ses effets (réalisées pour la plupart, dans une nouvelle machine pneumatique). Parmi ces dernières, certaines concernent la création du vide d'air, au moins partiel, et ses effets sur les êtres

vivants, leur vol et leur respiration (ces expériences marquèrent tellement les esprits qu'en 1729 le poète Richard Savage en décrivit une en quelques vers dans son livre *Vagabond* et que le peintre J. Wirght s'en inspira en 1768 pour son tableau *An Experiment on a Bird in the Air Pump*, visible à la national Gallery, à Londres – *voir annexes* -). Les expériences de Boyle montrent clairement, de façon pratique, grâce au secours de la technique de Hooke, l'existence du vide, dénié par la science « classique » d'Aristote, afin d'étudier par ailleurs les propriétés de l'air. Ces démonstrations expérimentales ne sont pas du goût du philosophe Hobbes, qui prend prétexte du caractère imparfait de la technique pour lui dénier toute prétention à dire la réalité, forcément « idéale » et loin de la matière. Pour Hobbes, la physique expérimentale est un bricolage honteux, seule la logique aristotélicienne ouvre la voie à la description du monde, et les efforts de Hooke pour perfectionner sa machine n'ont pour lui aucun intérêt : par principe, cette physique de « mécanicien » lui semble basée sur les talents impurs de gens méprisables, de basse extraction (bien que Hobbes n'ait guère eu une lignée plus remarquable que celle de Hooke…), donc incapables d'apporter quoi que ce soit de positif dans le domaine des sciences. L'alliance de l'esprit de Boyle et des mains de Hooke lui semble donc une union contre nature, une monstruosité. Pourtant, cette alliance révolutionnera non seulement la physique, mais aussi la technique, car le vide, révélé, servira de « moteur » dans les futures machines à vapeur !

Après que Hooke ait commencé à s'intéresser à l'astronomie, Boyle et lui travaillent ensemble à régler le « problème des longitudes », pour lequel un « garde-temps » fiable est indispensable. Hooke met à profit ses connaissances en horlogerie et développe plusieurs mécanismes comme l'utilisation du ressort spiral ou l'échappement à ancre. Il ne parvient toutefois pas à faire reconnaitre sa paternité sur ces inventions, ce qui va contribuer à assombrir son caractère : Hooke sera jaloux, querelleur et procédurier, luttant pour faire reconnaître la paternité de ses inventions en une époque ou la « propriété intellectuelle » n'existe tout simplement pas.



En 1660, à 25 ans (souvenons-nous que ce qui peut nous apparaitre très jeune à notre époque où l'on vit aisément plus de 80 ans ne l'était pas en un temps où l'espérance de vie ne dépassait pas les 50…), Hooke énonce la loi qui porte son nom, et décrivant l'allongement proportionnel d'un ressort (ou d'autres matériaux) soumis à une force. C'est aussi l'année où est fondée la Royal Society, où *Société royale de Londres pour l'amélioration de la connaissance de la Nature*. Hooke est un des membres fondateurs de cette société, dont la devise, « *Nullius in verba* » (voir ci-dessus, et que l'on retrouve à la première page de Micrographia), est une déclaration d'intention : alors que la conception classique des sciences se basait sur la révérence aux anciens et la logique déductive, l'expérience des sens étant secondaire, il s'agit pour cette société de s'appuyer sur une démarche proprement expérimentale, celle qui sera défendue et présentée par Hooke, et qui s'inspire en fait de la conception empiriste de F. Bacon et de ses idées présentées dans « *La nouvelle Atlantide* », parue après la mort de son auteur en 1627. Ce souci de présenter l'expérience comme la source du savoir sera constant dans l'œuvre de Hooke, et il apparaitra dès la préface de *Micrographia*.

Pour être juste, il faut toutefois reconnaître que cette « conversion » à la primauté de l'expérience a été très progressive, les habitudes étant difficiles à perdre. Ainsi, lorsque Van Leeuwenhœk commença à aviser la Royal Society de ses découvertes, Hooke les vérifia et soutint fermement le chercheur hollandais. Toutefois, lorsque ce dernier affirma que le sperme de tous les animaux mâles, y compris les humains, contenait des « petits animaux » passant dans le corps des femelles après un accouplement, le scepticisme fut général. Loin de s'en remettre, comme sa fière devise semblait l'annoncer, aux seuls apports de

l'expérience, la Royal Society, en la personne du botaniste Nehemiah Grew, répondit à Leeuwenhœk que ces animalcules n'avaient aucune importance dans le processus de la reproduction puisque Harvey, de Graaf, mais aussi soixante-dix autres personnalités, toutes nommées dans la lettre, l'avaient « claireme,, 0nt » établi…

Les premiers travaux de Hooke présentés en 1661 à la Royal Society portent sur la capillarité. On retrouvera ces derniers dans « *Micrographia* », L'étude de ce phénomène le conduit à s'interroger sur la nature de la gravité, ce qui va plus tard être à l'origine d'une âpre controverse avec un titan, Newton…

Fin 1661, il parait de plus en plus urgent que la Royal Society se dote d'un « technicien en chef » capable de fournir et de réaliser toutes les expériences attendues par ses membres. Après cette proposition, Hooke est « élu » à l'unanimité, et quitte donc le service de Boyle pour entrer à celui de la Royal Society. C'est à cette époque que Hooke va s'intéresser à différents instruments d'optique qu'il va perfectionner, dont le microscope pour lequel il réalise nombre d'expériences, essayant plusieurs types de montages (auxquels il fait brièvement référence dans la préface de *Micrographia*), mais aussi le télescope, qu'il construit en suivant les plans calculés par J. Gregory en 1660. A la suite de ces travaux, Hooke sera tenu de présenter, lors de chaque séance de la Royal Society, une préparation microscopique.

Son salaire étant versé de façon fantaisiste et irrégulière, Hooke est heureux de voir les membres de la Royal Society lui confier en 1664 la réalisation des « cours de mécanique » subventionnés par Sir J. Cutler (remercié dans la préface de « *Micrographia* »). Cette même année, Hooke, en utilisant son télescope Gregory, découvre la grande tache rouge de Jupiter et la rotation sur elle-même de la planète. Il effectue aussi des observations des anneaux de Saturne, de la rotation de Mars, des taches solaires et de comètes, et découvre une des premières étoiles binaires connues, gamma Arietis.

Dans le cadre de la Royal Society, Hooke va concevoir et réaliser de multiples expériences sur le comportement de l'air, l'anatomie (distinguant le sang veineux et artériel, et montrant le rôle de ventilation assuré par les mouvements du thorax), la chute des corps et la pression atmosphérique, pour la mesure de laquelle il perfectionne le baromètre. Hooke conçoit aussi des instruments variés, dont une machine permettant de couper de minuscules

dents dans les engrenages pour montres, et qui sera constamment utilisée après la mort de Hooke, mais aussi le mécanisme de la fenêtre à guillotine, toujours utilisée de nos jours, où la transmission du mouvement rotatif sous tous les angles grâce à la transmission à la Cardan, qu'il étudie et réalise. Hooke va aussi réaliser des thermomètres dont le degré zéro sera celui de la glace fondante.

Le 20 mars 1664, Hooke devient professeur de géométrie au Gresham collège. Un an plus tard, à 30 ans, il publie le recueil de ses observations réalisées au moyen des instruments d'optique qu'il a construits, et principalement de microscopes : son livre, « *Micrographia* », est la première publication majeure soutenue par la Royal Society, et remporte un succès immédiat. Il est en effet décoré d'illustrations spectaculaires, parfois réalisées sur des « posters » dépliables. Sa représentation d'une puce, par exemple, impressionne et marque les esprits du temps. À travers ce livre, la Royal Society apparait comme le centre du progrès scientifique en Angleterre : désormais, il est clair que « c'est là que les choses se passent ». *Micrographia* ne contient pas que des comptes rendus d'observations microscopiques, mais de nombreuses digressions sur la gravité, ou sur les combustions. C'est ainsi qu'il note que les combustions, tout comme la respiration, nécessitent la présence d'un « *composant spécifique de l'air* ». Hooke compare aussi la structure microscopique du bois fossile à celle du bois actuel. Il en conclut, contre l'opinion des naturalistes de son époque, que les fossiles sont bien les restes d'êtres vivants disparus, et qu'ils peuvent fournir des informations sur l'histoire de la vie sur Terre (Steno sera crédité de cette découverte 4 années plus tard, en 1669…). Dans *Micrographia*, ces observations précèdent celles réalisées sur le liège, et aboutissant à la découverte de la cellule, dont il ne soupçonnera jamais l'importance, ne pouvant réaliser d'observations sur des tissus animaux avec son microscope ne grossissant « que » 30 fois environ (ce qui était déjà un exploit en son temps) et ne donnant que des images très sombres.

À cette époque, Hooke est ainsi décrit par son ami J. Aubrey : « *Il n'est que de stature moyenne, quelque peu bossu (…) sa tête est grosse, son regard sec et global, ses yeux gris. Il a une délicate couronne de cheveux bruns et bouclés* ». Ce portrait n'est guère engageant et, allié au caractère ombrageux du personnage, fera peu pour sa postérité, les choses ne s'arrangeant pas avec l'âge. De fait, l'aspect physique de Hooke, décrit parfois comme un « nain souffreteux », va se rapprocher de plus en plus avec la vieillesse

de celui des « Igors », fidèles assistants bossus des savants fous des vieux films d'horreur de la Hammer ! Il serait toutefois erroné de croire que Hooke n'avait aucun attrait : il était aussi reconnu à l'époque pour son élégance vestimentaire, son gout pour les mets raffinés, les bons vins ainsi que les beaux livres ; et sa fidélité en amitié.

Il faut reconnaître que Hooke n'a guère le temps de se préoccuper de sa propre personne : curateur perpétuel de la Royal Society depuis le 11 janvier 1665, il procède aux expériences demandées par les membres, réalise les siennes propres et doit aussi s'occuper de celles proposées par courrier : il devient alors difficile de savoir quelles sont les contributions précises de Hooke, celles des membres et celles des correspondants. Pour ne rien arranger, Hooke sa s'engager dans d'interminables querelles de paternité sur des dispositifs et des idées pour lesquelles il est bien difficile de cerner les contributions de chacun : monopolisé par sa charge, Hooke n'a pas le temps matériel d'approfondir ses idées et ses intuitions, et effleure de nombreux domaines sans jamais y imprimer clairement sa trace. Malgré son caractère difficile, Hooke ne travaille pas seul : il continue à entretenir des relations suivies avec Boyle, dinant avec lui fréquemment, participe à des réunions dans des cafés, et échange une correspondance suivie avec d'autres « ingénieurs » tels que T. Tompion, fabriquant d'horloges, et C. Cox, lui aussi constructeur d'instruments scientifiques. Il est également secondé par son propre assistant, Harry Hunt, avec lequel il prend volontiers le thé.

L'image et les contributions de Hooke aux sciences et aux techniques ont été fortement dégradées par plusieurs facteurs : lui-même, de par son caractère atrabilaire et suspicieux ; ses querelles avec Newton, qui minimisa son importance de concert avec le fils de C. Wren ; et également par le fait que l'origine sociale de Hooke était extrêmement modeste par rapport aux grands seigneurs membres de la Royal Society. Son amitié avec Boyle n'en est que plus exceptionnelle.

Toujours revendicatif, Hooke s'engage dans une querelle avec C. Huygens, homme d'une grande intégrité, au sujet de la paternité du ressort spiral en horlogerie, mais il va aussi se risquer à attaquer frontalement un adversaire au caractère au moins aussi détestable que le sien, et d'une envergure scientifique incomparable : Isaac Newton.

En effet, Hooke propose dans sa « *Micrographia* » une

conception personnelle de la gravitation : négligeant la possibilité d'une action répulsive médiée par le fameux « éther », il envisage une gravité uniquement attractive. Il précise en 1666 ses conceptions dans une communication à la Royal Society : « *Sur la gravité* ». Il y déclare : « *Je vais vous expliquer un système du monde très différent de tous ceux déjà proposés. Il est fondé sur les positions suivantes :*

1. Que tous les corps célestes ont non seulement une gravitation s'exerçant de leurs propres éléments à leur centre propre, mais aussi qu'ils s'attirent mutuellement dans leurs sphères d'action.

2. Que tous les corps ayant un mouvement simple continueront à se déplacer en ligne droite, à moins d'être continuellement déviés par une force étrangère les obligeant à décrire un cercle, une ellipse ou quelque autre courbe.

3. Que cette attraction est d'autant plus grande que les corps sont plus proches.

Quant à la proportion avec laquelle ces forces diminuent lors d'une augmentation de la distance, j'avoue que je ne l'ai pas trouvée ».

La même année (1666) se produit une catastrophe nationale : le grand incendie de Londres ravage le centre de la ville pendant 4 jours et laisse 80000 londoniens sans abris. Hooke va assister l'architecte Christopher Wren dans ses plans de reconstruction totale du centre de Londres, qui ne seront pas appliqués à la fois par manque de volonté politique et à cause de la difficulté de retrouver et d'identifier la multitude de propriétaires à dédommager. Wren dirigera cependant la reconstruction de la cathédrale St Paul (dont le dôme est construit en utilisant une méthode mise au point par Hooke), d'une cinquantaine d'églises et de nombreux bâtiments officiels. La collaboration entre les deux hommes débouche sur l'édification du monument au grand incendie de Londres, à son époque la plus haute colonne de pierre au monde, dont le sommet est édifié en choisissant la proposition de Hooke (une urne de bronze) et non celle de Wren. Scientifiques dans l'âme, les deux membres de la Royal Society conçoivent cette colonne comme un instrument : son puits central, utilisable comme télescope zénithal, sert à des expériences sur la chute des corps ainsi que sur les pendules. Hooke collabore aussi, entre autres, à l'édification de l'observatoire royal de Greenwich et du Royal college of physicians. Il est même possible que de nombreux bâtiments attribués à C. Wren soient en fait, d'après S. Inwood (*« the forgotten genius : the biography of Robert Hooke 1635-1703, ed.*

Mac Adam/Cage Publishing) l'œuvre de Hooke.

Hooke enseigne ses propres conceptions sur la gravitation à Gresham dès 1670, et les publie en 1674 comme addition à son ouvrage « *Tentative de prouver le mouvement de la Terre par l'observation* ». Hooke ne propose pas alors de démonstration mathématique appuyant ses conceptions de la gravitation. « *Quelques puissent être les différentes modalités de l'attraction, je ne les ait pas encore expérimentalement vérifiés* » note t'il en 1674.

Ses travaux vont inévitablement l'amener sur le terrain d'Isaac Newton, d'autant plus que Hooke se préoccupe aussi de la nature de la lumière (cela est visible dans la « *Micrographia* » qui contient nombre de considérations sur les couleurs, la propagation de la lumière et les effets des cristaux sur cette dernière). Cet intérêt lui vient à la fois de son activité de fabricant et de concepteur d'instruments d'optique, mais aussi de ses dons artistiques, pour lesquels le « mystère » des couleurs est d'une grande importance. Hooke étudie les couleurs produites au niveau des lames minces de verre et des lentilles. Son intérêt est aussi motivé par la recherche de lentilles générant le moins possible d'aberrations chromatiques, ces « aigrettes » colorées qui rendent les observations astronomiques au moyen des lunettes imprécises, d'où une motivation supplémentaire pour réaliser des télescopes réflecteurs, dépourvus de ces aberrations puisque ne comportant aucune pièce traversée par la lumière (hormis l'oculaire). Il ira même jusqu'à tenter de construire un microscope réflecteur pour éviter ces inconvénients.

Hooke et Newton s'affrontent une première fois en 1672 sur l'interprétation de leurs expériences respectives concernant la nature de la réfraction et la production des couleurs entre des lames minces (ce qu'en langage moderne nous appellerions les interférences). Newton a été tout d'abord rendu célèbre par ses expériences d'optique, dont celle réalisée avec un prisme, décomposant puis recomposant la lumière blanche. Newton interprète ses résultats dans le cadre d'une théorie corpusculaire de la lumière. Hooke, qui a très tôt étudié les diverses vibrations mécaniques, décrit la lumière comme un type particulier de vibration, autrement dit dans notre vocabulaire moderne, il oppose à Newton une conception « ondulatoire » de la lumière. Hooke supporte aussi difficilement que Newton tire gloire de la construction d'un télescope réflecteur dont il s'estime être l'inventeur. Soyons clairs : dès cette époque, les deux hommes se

détestent cordialement, et Newton, fuyant les disputes, attendra même la mort de Hooke pour faire publier ses travaux d'optique. Hormis Newton, Hooke a un autre adversaire à la Royal Society, que les deux scientifiques tiennent d'ailleurs en piètre estime : Henry Oldenburg, le secrétaire de la société, plus diplomate que scientifique, domaine dans lequel ils le jugent tous deux presque incompétent.

Toutefois, malgré leurs oppositions, Hooke et Newton, qui partagent les mêmes centres d'intérêt et sont également liés administrativement via la Royal Society, échangent une importante correspondance. Hooke poursuit sans relâche ses expériences et ses recherches, présentant en 1676 un hélioscope grâce auquel il étudie les taches solaires.

En 1679, Hooke rappelle à Newton que comme il est censé gérer les communications entre membres de la Royal Society, il est fondé à demander des informations sur les recherches accomplies par Newton, ainsi que ses remarques sur les recherches des autres. Il le questionne ainsi sur son avis sur de nombreux points dont il dresse une liste, comportant entre autres « *la décomposition du mouvement des planètes en une composante tangentielle et une composante attractive provenant d'un corps central* ». La réponse de Newton ne traite pas de ce problème, mais permet à Hooke de continuer à lui écrire. En janvier 1680, Hooke, à la fin d'une lettre, note : « *supposons que l'attraction est toujours dans une proportion double de la distance à partir du point central…* ». Mais alors que Newton se concentre sur la rédaction de ses *Principia* (et sur ses expériences alchimiques), Hooke continue à explorer les sujets les plus divers : en 1682, il présente une communication sur la mémoire se démarquant nettement des considérations théoriques, voire métaphysiques, largement en vogue à son époque : c'est un modèle majoritairement matérialiste, mécaniste, qui, bien qu'il fasse encore appel à des concepts comme « l'âme immatérielle », propose que la mémoire soit bien localisée physiquement dans le cerveau, et donne des pistes pour expliquer des phénomènes comme l'encodage des souvenirs, la capacité de mémorisation ou l'oubli. Deux ans plus tard, Il met au point un système de télégraphie optique.

En 1686, Newton présente ses « *Principia* » à la Royal Society : Hooke s'emporte et accuse Newton de lui avoir « volé » la notion de loi variant en fonction du carré inverse de la distance. Cette controverse avec Newton va singulièrement assombrir le caractère

de Hooke, et ce d'autant plus que c'est à la même époque qu'il va perdre une des personnes à laquelle il tenait le plus : sa nièce, Grâce Hooke, qui vivait avec lui à Gresham depuis qu'elle avait 12 ans, et avec qui il avait des relations quasiment maritales, meurt soudainement à l'âge de 27 ans.

Les objections de Hooke sont cependant vaines : non seulement il doit reconnaitre n'avoir jamais démontré cette loi, mais Newton lui-même avait précisé cette dernière dès 1660 pour des mouvements circulaires, et montre que l'idée de cette loi en raison inverse des carrés a été suspectée par d'autres auteurs bien avant Hooke. De plus, dans le texte des *Principia*, Newton, à contrecœur, reconnaît que Hooke, mais aussi Wren et Halley ont bien eu l'intuition de la validité d'une telle loi dans le cadre du système solaire (avec le sous-entendu, bien fondé, que seul lui, Newton, a pu démontrer la validité de cette loi pour l'univers entier…). Newton mentionnera bien le nom de Hooke dans ses « *Principia* », mais en minimisant son importance, parmi d'autres précurseurs, et en évitant volontairement d'y rattacher les superlatifs alors en usage pour exprimer son attachement à ses collègues.

Ces disputes usent Hooke, et se ressentent sur son aspect. Richard Waller, devenu membre de la Royal Society en 1681, et qui sera son biographe, le décrit ainsi à l'époque : « *Son aspect est des plus méprisable, étant très bossu, quoique j'ai entendu de lui-même, et d'autres, qu'il était droit jusqu'à environ 16 ans (…) Il était toujours très pâle et maigre, et avec rien d'autre que la peau sur l'os, avec un aspect maigre, ses yeux gris et plein, avec un regard ingénieux et aigu, très jeune. Son nez était mince, d'une hauteur et d'une longueur modérée ; sa bouche avec la lèvre inférieure très basse et la supérieure mince, avec un menton pointu et un grand front, sa tête était d'une taille moyenne. Il portait ses cheveux d'une couleur brun foncé, très longs et pendants négligemment sur son visage décharné et mal rasé* ».

Malgré tout, Hooke a de nombreux amis, le plus souvent dans le cadre de la Royal Society : outre Boyle et Wren, il est très lié à Samuel Pepys, de l'amirauté, ainsi qu'a John Hoskins ou Theodore Haak.

Hooke, pourtant relativement aisé financièrement, devient de plus en plus avare à partir de 1690 : solitaire, payant des décennies de surmenage, ses facultés physiques déclinent, contrairement à son esprit : il se préoccupe alors davantage de géologie, et tente d'expliquer la distribution des fossiles par une

mobilité passée des pôles dont il recherche des traces. Il réfléchit aussi à l'histoire de la Terre et au « temps profond » qu'elle nécessite. En décembre 1691, il reçoit le grade de « docteur en médecine".

À partir de 1696, il souffre de douleurs thoraciques et d'étourdissements, il maigrit et devient progressivement aveugle. Ses jambes sont enflées, l'empêchant de marcher. Ces symptômes font penser aux conséquences d'un diabète de type non insulinodépendant. En juillet 1697 (il a 62 ans) sa condition physique se détériore de façon alarmante. Aveugle, il meurt le 3 mars 1703, à 67 ans, au Gresham College, à Londres. Certaines de ses conceptions, particulièrement sur la géologie, seront publiées après sa mort.

À présent que vous connaissez mieux le personnage, vous saurez apprécier le bien-fondé de sa « réputation » telle qu'elle apparait dans ce texte datant de 1856, paru dans la « revue des deux mondes » sous la plume du journaliste et écrivain Paul de Rémusat, et faisant partie d'un article sur Newton tirant fortement vers l'hagiographie (je n'ai pu résister à l'envie d'annoter ce texte) :

« *Robert Hooke, né en 1635, l'un des esprits les plus originaux, les plus variés, les plus inventifs de son temps. Malgré une grande instruction dans toutes les parties des connaissances humaines, il n'aimait pas le travail (1), et ne savait donner à ses recherches aucune direction, à sa science aucun résultat. Il avait pensé à tout, entrevu tout, inventé tout, mais en toute chose il manquait de précision, et comme, à force de courir d'une idée à une autre, il avait fini par les avoir toutes, ou à peu près, il réclamait comme son bien tout ce que disaient ses confrères, car il se souvenait fort bien d'avoir pensé ce qu'ils pensaient, entrevu l'opinion qu'ils exprimaient ; mais il aurait tout aussi aisément revendiqué l'opinion contraire, car il les avait traversées toutes deux (2). Malgré un amour passionné de la gloire, il ne s'est jamais donné la peine de rien terminer, et n'a laissé presque aucun monument de son esprit (3). On était alors au milieu d'un grand mouvement scientifique, et chacun s'occupait de physique et de calculs. Hooke avait écrit, parlé, raisonné sur toutes les sciences, et à l'apparition des premières communications de Newton à la Société royale, loin d'y voir une révélation, il se félicita de ce qu'elles confirmaient quelques idées vagues (4) qu'il avait exprimées peu de temps avant, et que, disait-il, il avait commencé de rédiger. Il acceptait toutes les expériences de Newton, et le remerciait d'avoir fourni de*

nouvelles armes aux partisans d'une théorie de Descartes que lui, Hooke, avait modifiée et adoptée. Quant à la décomposition de la lumière, qui expliquait les couleurs et la forme du spectre, les réflexions et les transmissions des lames minces, il n'y croyait pas (5), et la considérait comme une supposition gratuite. En un mot, au lieu de voir dans le travail de Newton un récit d'expériences admirablement faites et des conclusions mathématiquement déduites, la tendance de son esprit, obscur et peu précis (6), ne lui permettait d'y trouver qu'une hypothèse sans importance qui pouvait expliquer des phénomènes curieux tout aussi explicables par une hypothèse différente. »

1 – Peut dire cela de quelqu'un qui se surmena toute sa vie durant au service de la Royal Society ?

2 – Cette accusation de versatilité est démentie par les faits : qu'il ait tort ou raison, Hooke défendait ses conceptions, et ne retournait pas sa veste au gré des vents.

3 – Dans l'inconscient collectif français, sans aucun doute, mais dans l'histoire des sciences et, plus prosaïquement, les rues de Londres…

4 – Vous avez pu apprécier le « vague » de ces idées.

5 – ceci est tout simplement faux. Bien au contraire ; Hooke refit l'expérience de Newton, et déclara même à la séance de la Royal Society où Newton devait la refaire publiquement que cette démarche était parfaitement inutile, car les résultats étaient certains.

Il est temps à présent de vous laisser juger sur pièce, et de laisser la parole à Hooke lui-même. Dans les textes qui suivent, j'ai mentionné mes commentaires en Italique, afin que le lecteur pressé puisse les négliger et aller à l'essentiel. J'ai essayé, autant que possible, de ne pas trahir la tournure d'esprit de Hooke, même si j'ai dû moderniser nombre de tournures de phrases afin, tout simplement, de les rendre intelligibles. Je pense toutefois ne pas avoir trahi le personnage de Hooke, méconnu dans notre pays, et qui mériterai bien un volume. Bonne lecture en compagnie de Robert Hooke.

MICROGRAPHIA:

OR SOME

Physiological Descriptions

OF

MINUTE BODIES

MADE BY

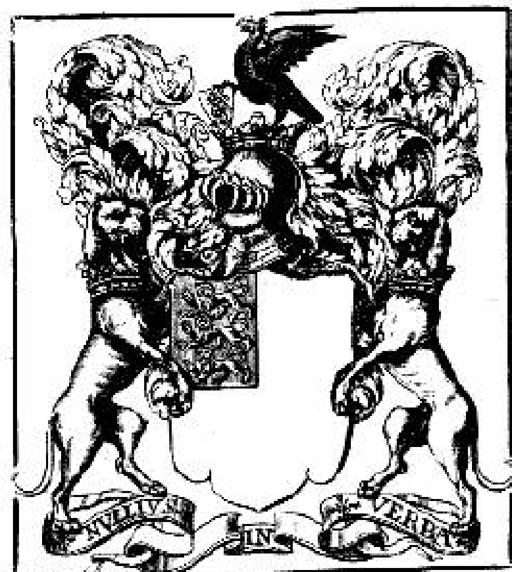
MAGNIFYING GLASSES

WITH

OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

By *R. HOOKE*, Fellow of the ROYAL SOCIETY.

Non possis oculo quantum contendere Linceus,
Non tamen idcirco contemnas Lippus inungi. Horat. Ep. lib. 1.



LONDON, Printed by *Jo. Martyn*, and *Ja. Allestry*, Printers to the ROYAL SOCIETY, and are to be sold at their Shop at the *Bell* in S. *Paul's* Church-yard. M DC LXV.



MICROGRAPHIA

OU QUELQUES

Descriptions Physiologiques

de

CORPS MINUSCULES

RÉALISÉS PAR

DES VERRES GROSSISSANTS

AVEC

OBSERVATIONS et RECHERCHES à leur sujet.

Par *R. HOOKE*, Membre de la ROYAL SOCIETY.

Non possis oculo quantum contendere Linceus,

Non tamen idcirco contemnas Lippus inungi. Horat. Ep. lib. 1.

LONDON, Imprimé par *Jo. Martyn*, et *Ja. Allestry*, Imprimeurs de la ROYAL SOCIETY, et devant être vendu à leur boutique à « *la cloche* », dans *S. Paul's* Church-yard.

M DC LX V.

Extraits de la préface de « Micrographia »

C’est la grande prérogative de l’humanité sur les autres créatures, d’être non seulement capable de contempler les œuvres de la nature, ou au moins d’assurer notre subsistance grâce à elles, mais d’avoir aussi le pouvoir de les examiner, les comparer, les modifier, les assister et les améliorer à divers usages. Et, de ce fait, c’est le privilège particulier de la nature humaine, capable ainsi d’avancer généralement jusqu’ici grâce aux aides de l’art et de l’expérience, de faire que quelques hommes dépassent les autres par leurs observations et leurs déductions, presque autant qu’ils ne le font des bêtes.

(…)

Par le renfort de ces instruments et ces méthodes artificielles, il peut y avoir, en quelque sorte, une réparation effective des erreurs et des imperfections dont l’humanité s’est elle-même recouverte, par négligence, et intempérance, et un abandon volontaire et superstitieux des prescriptions et des règles de la nature, où chaque homme, corrompu à la fois par ce qui procède de sa propre personne et par son commerce et ses conversations avec les hommes, est très sujet à verser dans toutes sortes d’erreurs.

Hooke présente ensuite différentes considérations sur les sens, leur inadaptation à certains objets., ainsi que sur la mémoire.

Certaines parties de la Nature sont trop vastes pour être compréhensibles, et d’autres trop petites pour être perceptibles.

Hooke insiste sur le fait qu’il est alors nécessaire d’« élargir le domaine des sens *», d’«* ajouter des organes artificiels aux naturels *». Il va ensuite rédiger un véritable manifeste de la démarche expérimentale comme guide de la « nouvelle science » s’opposant à la scolastique et à la logique aristotélicienne désincarnée du monde sensible, une approche qui selon lui est génératrice de dangereuses erreurs :*

Ces dangers résidant dans le processus de la raison humaine, leurs remèdes, pour tous, ne peuvent procéder que du réel, la mécanique, la philosophie expérimentale, qui a cet avantage sur

la philosophie du discours et des débats, des controverses, qu'alors que cette dernière se préoccupe essentiellement de la subtilité de ses déductions et conclusions sans beaucoup de respect pour les premiers travaux expérimentaux, qui doivent bien être basés sur les sens et la mémoire ; de tenter de tous les mettre en ordre, et de les rendre ainsi utiles l'un pour l'autre.

(…)

Je présente ici au monde mes efforts imparfaits.

(…)

La vérité est que la science de la nature a déjà été trop longtemps faite seulement du travail du cerveau et de la fantaisie : il est maintenant grand temps qu'elle doive revenir à la simplicité et la solidité des observations sur la matière et les choses évidentes. On dit des grands empires que la meilleure façon de les préserver de la décadence est de les ramener aux premiers principes et disciplines sur lesquels ils se sont fondés. La même chose est sans doute vraie en philosophie, qui en s'égarant loin dans des notions abstraites, s'est presque détruite elle-même, et elle ne pourra jamais être retrouvée, ou poursuivie, sans revenir dans la voie de l'étude des éléments sensibles, celle là même dans laquelle elle a d'abord procédé.

(…)

Il faut prendre garde aux irrégularités des Sens, mais on ne doit pas aller au-devant d'eux, ou se prévenir de leurs informations.

(…)

Il n'est pas improbable que l'on puisse encore inventer plusieurs autres secours pour l'œil, surpassant ceux déjà trouvés autant que ces derniers surpassent l'œil nu, tels que par eux nous serons peut-être en mesure de découvrir des créatures vivantes sur la Lune ou d'autres planètes, l'aspect des particules composant la matière, la structure précise des corps et leur organisation.

Ici, Hooke prend clairement parti pour une théorie corpusculaire de la matière, contre les 4 substances d'Aristote. C'est également l'opinion de son « maitre », R Boyle, mais certainement pas celle de « l'alchimiste » Newton.

(…)

Il n'est pas improbable que les autres sens (*que la vue*) soient aussi augmentés. *Hooke donne l'exemple de pouvoir entendre à*

grande distance, au moyen d'un dispositif qu'il nomme « otocousticon »; puis décrit des pistes pour améliorer l'odorat, le gout…

(…)

La voie permettant de voler dans les airs semble impraticable principalement en raison du manque de force des muscles humains ; donc si ils pouvaient être assistés pour cela, je pense facile de réaliser une vingtaine de dispositifs pour effectuer le travail des ailes. Je relaterais par ailleurs les tentatives que j'ai effectuées pour pallier à ce défaut, et mes succès dans cette entreprise, qui sont, je pense, complètement nouveaux et non négligeables.

Hooke se félicite des progrès accomplis en anatomie, chimie et astronomie avec sa méthode, qu'il nomme « philosophie expérimentale ». *Il fait ensuite référence et révérence à Boyle :*

Et pour ne pas en dire plus sur les découvertes sur l'air, il y a eu un merveilleux progrès réalisé par la noble machine du très illustre M. Boyle, qu'il me revient de mentionner avec grand honneur non seulement en tant que mon patron particulier, mais comme le patron de la philosophie elle-même ; qu'il développe chaque jour par son travail et honore par son exemple.

(…)

Hooke décrit ensuite la joie créée non par la simple contemplation des objets de recherche, mais par leur appréhension au moyen des sens, qu'il veut améliorer et étendre par des aides mécaniques. Le microscope est l'exemple typique d'un instrument qui prolonge un sens, même si, avec les lentilles sphériques utilisées alors « l'ouverture des objectifs est si petite que très peu de rayons lumineux peuvent y passer, et même dans cette petite quantité il y en a tellement qui sont inappropriés que les objets apparaissent sombres et indistincts ».

Hooke essaye de résoudre le problème de l'éclairement des préparations avec des bouteilles en forme de ballons, jouant le rôle de lentilles sphériques et concentrant la lumière solaire ; mais il y a un risque de bruler les préparations… Il est donc impossible d'observer longtemps. Il décrit alors son dispositif d'éclairage (schématisé sur l'illustration de couverture).

Suivent diverses considérations sur les instruments d'optique, les

télescopes, la réfraction, pour laquelle il rend hommage à Descartes, dont il partage la philosophie « mécaniste ». Il souligne l'écart entre la théorie et ce que la technique rend possible : « Certains inconvénients rendent les instruments inutilisables : il est ainsi extrêmement difficile de réaliser et de diriger un tube de plus d'une centaine de pieds de long, et il est aussi difficile d'éclairer un objet distant de moins d'un centième de pouce de l'objectif ».

Hooke décrit ensuite un réfractomètre, et les premières mesures réalisées.

(…)

Hooke estime le grossissement de ses microscopes en regardant à la fois l'objet et une règle graduée sur laquelle il projette mentalement l'image des objets qu'il observe. Il compare ensuite cette dimension « apparente » à la grandeur réelle. Son microscope est un tube de 6 a 7 pouces de long (entre 15 et 18 cm). Il peut utiliser jusqu'à 3 lentilles, mais 2 seulement pour obtenir un grossissement, ainsi qu'une luminosité ou une netteté, maximale. Hooke a construit et testé nombre de microscopes différents avec des lentilles taillées dans les matériaux les plus divers : « J'ai réalisé plusieurs autres essais avec d'autres types de Microscopes, différant à la fois par la matière et par la forme des lentilles sphériques communes. J'ai réalisé un microscope avec une seule lentille dont les deux surfaces étaient planes. J'en ai fait un autre uniquement avec une lentille plan-concave, sans aucun usage de la réflexion ; d'autres aussi utilisant la réflexion de la lumière. J'en ai fait d'autres avec de l'eau, de la gomme, de la résine, des sels, de l'arsenic, des huiles, et avec divers autres mélanges d'alcool et d'eau ou d'alcool et d'huile. Ce sujet est en effet susceptible d'être très varié ; mais je n'en ai trouvé généralement aucun plus efficace que celui réalisé avec deux lentilles ».

Hooke souligne les difficultés pour distinguer le relief, bien voir les corps opaques ; et le fait qu'un même objet doive être examiné sous plusieurs angles d'éclairage différents. Il y a pour lui nécessité de rendre hommage au travail « des mains humaines *» pour faire progresser les théories.*

Hooke conclut sa préface par de remerciements à sir J. Cutler (qui subventionne ses cours à Gresham) et par divers remerciements. Il la termine par un paragraphe instituant une vraie rhétorique de la proportionnalité :

Mon espoir, ainsi que ce que je crois, est que mes travaux ne

soient pas plus comparables aux productions des nombreux autres physiciens, qui sont maintenant partout occupés des plus grandes choses ; que mes petits objets ne puissent l'être aux plus grandes et plus belles réalisations de la nature ; une puce, un acarien, un moucheron ; à un cheval, un éléphant, ou un Lion.

* * * * * * * * * * *

Voici maintenant la traduction de l'observation 18 de Micrographia, portant sur les cellules du liège. Je reproduis cet article avec les variations typographiques de Hooke, sans rien y changer, à part la mise en relief du mot « cellule » qui y fait sa première apparition dans la description du vivant.

Observ. XVIII. De la structure ou de la texture du liège, et des cellules et les pores de certains autres organismes lacunaires.

J'ai pris un bon morceau de liège clair, et avec un canif aiguisé, aussi coupant qu'un rasoir, j'en coupe un morceau, puis de ce fait j'obtiens une surface très lisse, que j'examine très rapidement avec un *microscope*. J'ai pensé que je pourrais le percevoir comme apparaissant quelque peu poreux ; mais je ne pouvais pas le distinguer assez bien de façon à être sûr qu'il s'agissait de pores, et encore moins pour savoir quelle était leur structure. Mais à en juger par la légèreté et la souplesse du Liège, sa texture ne pouvait certainement pas être si curieuse, mais peut-être, si je pouvais procéder avec diligence, je pourrais la trouver comme étant perceptible avec un *microscope*.

J'ai, avec le même canif tranchant, enlevé de l'ancienne surface lisse un morceau excessivement mince, et l'ai placé sur une plaque objet noire, parce qu'il était lui-même un objet clair, et j'ai projeté de la lumière sur lui avec une épaisse *lentille plan-convexe*. J'ai pu clairement le percevoir comme étant entièrement perforé et poreux, un peu comme un nid d'abeille, mais les pores de celui-ci n'étaient pas réguliers, pourtant il n'était pas différent d'un nid d'abeille à cet égard.

Premièrement, il y a dans celui-ci très peu de substance solide, en comparaison des cavités vides qui sont enfermées entre elles, comme cela apparait manifestement dans les figures A et B du schéma XI.

Le plan, pour les *interstices*, ou les parois (puisque je peux les appeler ainsi) ou la division de ces pores comprenait des lamelles aussi fines, proportionnellement à leurs pores, que celles des minces films de cire, dans un rayon de miel (qui les entourent et qui en constituent les limites sexangulaires), le sont pour les leurs.

Ensuite, en ce que ces pores, ou **cellules**, n'étaient pas très profonds, mais consistaient en un grand nombre de petites boîtes, séparées les unes des autres, dans une longue file de pores, par

quelques *diaphragmes*, comme cela est visible dans la figure B, qui représente une vue de ces pores coupés dans le sens de la longueur.

J'ai à peine discerné ces derniers (qui étaient effectivement les premiers pores *microscopiques* que j'ai vus et, peut-être, qui n'ont jamais été vus, car je n'ai pas rencontré un auteur ou une personne, qui ait fait une quelconque mention de ces derniers auparavant), mais je pense que je les ai découverts, ce qui me laisse entendre actuellement la cause réelle et intelligible de toutes les *particularités* du liège, comme :

Tout d'abord, si je m'enquérais du pourquoi de l'extrême légèreté de ce corps ? Mon *microscope* pourrait présentement m'informer qu'il y avait là la même raison évidente que l'on trouve pour la légèreté de la mousse, d'un nid d'abeille vide, de la laine, d'une éponge, d'une pierre ponce, ou approchant ; à savoir une très petite quantité d'un corps solide se répartissant dans de grandes dimensions.

Ensuite, il semble n'y avoir rien de plus difficile que de donner une raison intelligible à cela : pourquoi le liège est-il un corps tellement inapte à couler et à absorber de l'eau et, par conséquent, se maintient de lui même, flottant à la surface de l'eau, ne la quittant jamais très longtemps ; et pourquoi est-il capable d'arrêter et de retenir l'air dans une bouteille, bien qu'il soit là très condensé et appuie par conséquent très fortement pour se frayer un passage vers l'extérieur, sans permettre à la moindre bulle de passer à travers sa substance ? Car, comme auparavant, notre *Microscop*e nous apprend que la substance du liège est complètement remplie d'air, et que cet air est parfaitement enfermé dans de petites boîtes ou **cellules** distinctes l'une de l'autre. Il semble très clair alors pourquoi ni l'eau, ni n'importe quel autre air ne peuvent facilement s'insinuer dans sa propre substance, puisqu'ils y sont déjà en *intus existens* (*présence intérieure*) et, par conséquent, pourquoi les morceaux de liège deviennent de si bons flotteurs pour les filets, et des bouchons pour les flasques ou autres bouteilles closes.

Troisièmement, si nous nous demandions pourquoi le liège a une telle élasticité et une tendance à gonfler une fois comprimé ? Et comment il peut supporter une si grande compression, ou diminution apparente de ses dimensions, afin de constituer une substance plus dense et, de nouveau, avec une masse égale à celle

qu'elle était avant compactage, souffrir ainsi qu'en retour il soit trouvé s'étendant à nouveau de lui-même dans le même volume ? Notre *microscope* nous informera facilement que toute la masse se compose d'un ensemble infini de petites boites ou de vessies emplies d'air, qui est une substance de nature élastique, et qui supporte une compression considérable (comme je l'ai trouvé plusieurs fois par diverses expériences, par lesquelles je l'ai manifestement comprimé dans moins d'une vingtième partie de ses dimensions habituelles à la surface de la Terre, et ceci sans autre force que celle de mes mains sans aucune sorte d'assistance mécanique telle que des supports, des leviers, des roues, des poulies, ou analogue, et ceci totalement seul) et d'ailleurs, il semble très probable que même ces fines pellicules, ou les côtés des pores, ont en eux une qualité élastique, comme l'ont presque tous les autres types de substances végétales, de façon à les aider à se rétablir à leur ancienne position.

Et pourrait-on si facilement et sûrement découvrir les *structures* et la *texture* même de ces films, et de plusieurs autres corps, comme on le peut pour le liège ? Il ne semble pas y avoir de raison probable du contraire, mais que nous pourrions aussi facilement rendre compte de la raison véritable de toutes leurs *propriétés* ; comme savoir quelle est la cause de l'élasticité et de la dureté de certains, ainsi que de leur flexibilité et de la restitution de leur forme. Qu'en est il de la friabilité ou la fragilité de certains autres, et ainsi de suite ; mais jusqu'à ce que notre *microscope,* ou quelque autre moyen, nous permettent de découvrir la vraie structure et la texture de toutes sortes de corps, nous devons, pour ainsi dire, chercher à tâtons dans l'obscurité, et estimer seulement les véritables raisons des choses par des rapprochements et des comparaisons.

Mais, pour en revenir à nos observations, J'ai compté plusieurs lignes de ces pores, et trouvé qu'il y avait habituellement environ soixante de ces petites **cellules** placées longitudinalement dans la dix-huitième partie d'un pouce de longueur, d'où je conclus qu'il doit y avoir 1100 d'entre elles, ou un peu plus d'un millier, dans la longueur d'un pouce, et donc plus d'un million, soit 1 166 400, dans un pouce carré ; et plus de douze cents millions, soit 1 259 712 000, dans un pouce cubique, une chose presque incroyable, si notre microscope ne nous en assurait par une

démonstration oculaire ; bien plus, ne nous fait-il pas découvrir les pores d'un corps, si fins soient-ils, comme ceux du liège, nous offrant, dans un pouce cubique, plus de dix fois le nombre de petites **cellules** identiques à celles visibles dans plusieurs légumes carbonisés ? Si prodigieusement curieuses sont les œuvres de la Nature, que même ces pores visibles des corps, qui semblent être des canaux ou des tuyaux à travers lequel les *succus nutritius*, ou les jus naturels des légumes sont convoyés, et semblent correspondre à des veines, des artères et autres vaisseaux dans les créatures sensibles, que ces pores dont je parle, qui semblent être les vaisseaux de la nutrition des plus grands organismes dans le monde, sont pourtant si excessivement petits que les *atomes* qu'Épicure imaginait s'avéreraient presque trop grands pour y entrer, et plus encore pour constituer un corps liquide à l'intérieur. Et combien infiniment plus petit alors doivent être les vaisseaux d'un acarien, ou les pores de l'un de ces petits végétaux que j'ai découverts poussants sur la face arrière d'une feuille de rose, et que je décrirais bientôt plus en détail, dont la masse est plusieurs millions des fois moindre que celle du petit arbuste sur lequel il pousse, et ce même arbuste plusieurs millions de fois moins massif que plusieurs arbres (qui ont jusqu'ici poussé en *Angleterre*, et sont à ce jour florissants dans d'autres climats plus chauds, comme nous en sommes informés de façon très crédible) si pour le moins les pores de ce petit végétal doivent garder toute proportion par rapport au corps de celui-ci, comme nous avons trouvé ces pores d'autres végétaux le faisant pour leur volume. Mais de ces pores, j'ai dit plus par ailleurs.

Pour continuer, le liège semble être, de par la disposition transversale des pores, une sorte de *Fungus* ou de champignon, à cause des pores allongés comme autant de rayons provenant du centre, ou moelle de l'arbre, vers l'extérieur ; de sorte que si vous découpiez une partie d'un panneau de liège transversalement, sur le plat de celui-ci, vous séparerez, pour ainsi dire, les pores, et ils apparaitront comme ils sont représentés dans la figure B du schéma XI. Mais si vous découpez un morceau très mince à partir de ce bord, parallèle à sa surface, vous allez couper tous les pores transversalement, et ils apparaitront presque comme ils sont représentés dans la figure A, à la seule exception que les interstices solides ne vont pas apparaître aussi épais qu'ils y sont représentés.

De sorte que le liège semble aspirer sa nourriture de l'écorce immédiatement sous-jacente de l'Arbre, et être une sorte d'excroissance, ou une substance distincte des substances de l'arbre entier, quelque chose d'analogue à un champignon, ou à de la mousse sur d'autres arbres, ou aux poils sur les animaux. Et après avoir enquêté sur l'histoire du liège, je le trouve compté comme excroissance de l'écorce d'un certain arbre, qui est distinct des deux écorces qui se trouvent en son sein, qui sont aussi communes à d'autres arbres ; cela quelque temps avant que le liège qui recouvre les jeunes pousses tendres vienne à être perceptible ; qu'il se fissure, se faille et se clive dans de nombreuses grandes craquelures, l'écorce sous-jacente demeurant intacte ; qu'il puisse être séparé et retiré de l'arbre, et pourtant les deux écorces intérieures (lesquelles sont également communes à d'autres arbres) ne sont pas du tout blessées, mais plutôt aidées et libérées suite à ce dommage externe. Ainsi, *Jonstonus,* dans *Dendrologia*, parlant *de Subere*, dit : *Arbor est procera, Lignum est robustum, dempto cortice in aquis non fluitat, Cortice in orbem detracto juvatur, crascescens enim præstringit & strangulat, intra triennium iterum repletur : Caudex ubi adolescit crassus, cortex superior densus carnosus, duos digitos crassus, scaber, rimosus, & qui nisi detrahatur dehiscit, alioque subnascente expellitur, interior qui subest novellus ita rubet ut arbor minio picta videatur*.

(Traduction indicative : *L'arbre est grand, le bois est solide, sans son écorce, il ne flotte pas dans l'eau. L'écorce, généralement, est détachée lorsqu'elle est jeune, et, en effet, s'est épaissie et étouffe. Elle est complète une fois tous les trois ans* : *le tronc qui s'épaissit, l'écorce supérieure compacte et charnue, épaisse de deux doigts, rugueuse, fissurée, et qui, si elle est enlevée lorsqu'elle est fendue, repousse du reste et est chassée de l'intérieur qui, renouvelé par le dessous, est comme enduit de rouge, ce qui peut être vu sur l'arbre*.)

Ces déclarations, si je considère longuement et l'arbre, et la substance, et la façon de croître ; si je les examine attentivement, je suis très enclin à les croire, beaucoup de celles-ci confirmant ma conjecture au sujet des origines du liège.

Ce genre de texture n'est pas seulement particulière au liège ; car lors d'observations avec mon *microscope*, j'ai constaté que la moelle d'un sureau noir, ou de presque tout autre arbre, la pulpe ou la moelle intérieure des tiges creuses ou des cannes de plusieurs autres végétaux ; tels que fenouil, carottes, bardane,

chardons, fougères, certains types de roseaux, etc. ont pour beaucoup un tel type d'organisation, comme je l'ai récemment montré pour le liège, sauf qu'ici seulement les pores sont rangés dans le sens de la longueur, ou dans le même sens que la longueur de la tige, tandis qu'ils sont transversaux dans le liège.

La moelle, également, qui remplit cette partie de la tige d'une plume qui est au-dessus du penne, a beaucoup de similarité avec une telle texture, sauf seulement en ce que de quelque côté que je place cette substance légère, les pores semblent coupé transversalement, de sorte que je suppose cette moelle qui remplit la plume ne se composent pas d'une abondance de longs pores séparés de diaphragmes, comme le fait le liège, mais doit être une sorte de mousse solide ou durcie, ou un amas de très petites bulles consolidées sous cette forme, en une masse aussi raide que dure, et que chaque cavité, bulle, **ou cellule**, est nettement séparée de tout le reste, sans aucune sorte de trou dans les films qui les englobent, de sorte que je ne pouvais pas souffler à travers un morceau de ce genre de substance, alors que je le pourrais à travers un morceau de liège ou de moelle saine d'un sureau.

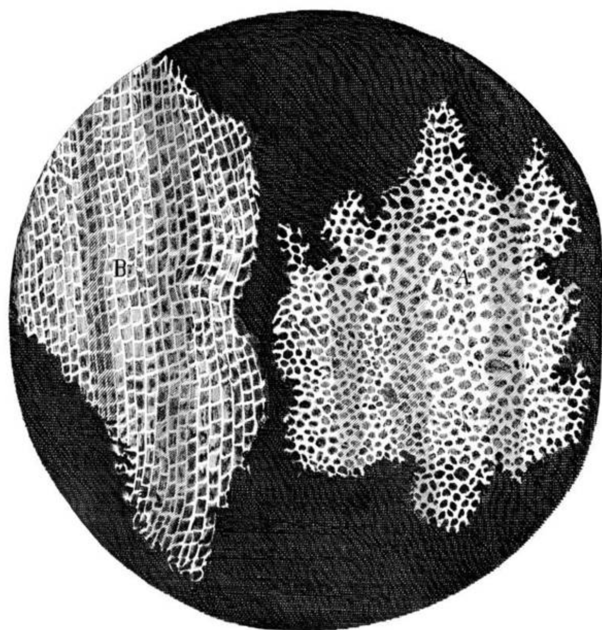
Mais si je n'ai pas pu, avec mon *Microscope*, ni avec mon souffle, ni d'aucunes autre façon que j'ai encore essayée, découvrir un passage menant d'une de ces cavités vers une autre ; je ne peux pourtant pas en conclure encore que, par conséquent, il n'en existe pas un, par lequel les *sucs nutritifs*, ou les fluides appropriés des végétaux, puissent passer et traverser car, dans plusieurs de ces végétaux, bien que verts, j'ai avec mon *Microscope* assez ordinairement découvert ces **cellules**, où tiges carrées, remplies de fluides, et les perdant par degrés ; tout comme j'ai aussi observé dans le bois vert tous ces longs pores microscopiques qui apparaissent, dans le charbon, parfaitement vide de toute autre chose que l'air.

Maintenant, bien que je me sois, avec la plus grande attention, efforcé de trouver s'il y avait quelque chose de ce genre dans ces pores *microscopiques* du bois ou de la moelle, comme les valves du cœur, les veines, et autres conduits des animaux s'ouvrant et donnant passage au fluide qu'ils contiennent dans un sens, et se fermant d'eux-mêmes, et empêchant le retour en arrière de ces liquides ; je n'ai pourtant pas jusqu'à présent été en mesure de m'exprimer positivement à ce sujet, mais, je pense, il semble très probable que la Nature ait pour ces conduits, aussi bien que dans ceux des corps animaux, un grand nombre d'artifices et

d'instruments appropriés par lesquels accomplir ses fonctions et assurer le passage ; ce qui n'est pas improbable, mais que certains observateurs attentifs, s'ils sont aidés de meilleurs *Microscopes*, pourront détecter dans le futur.

Et que cela puisse être le cas semble être soutenu, avec une grande probabilité, par le phénomène étrange des plantes sensibles, où la Nature semble réaliser plusieurs actions animales avec la même structure, ou organisation, qui est commune à tous les végétaux, comme peuvent apparaître, pour certains, non moins instructives les curieuses observations qui ont été faites par divers membres éminents de la Société Royale sur quelques plantes de cette sorte, dont un compte-rendu a été établit et mis à disposition par le plus ingénieux et excellent des médecins, le docteur Clark ; lequel compte-rendu, ayant cette liberté qui m'est accordée par cette société des plus illustres, j'ai adjoint à ce document.

(*Suit le compte rendu sur les observations sur les plantes sensibles réalisé le 9 aout 1661 dans le jardin de M Chiffins à St James Park, et signé, entre autres, du Dr Clark*)



Rob: Hooke

Ci dessus : la figure 1 du Schéma XI de Micrographia décrivant les cellules du liège, grossies 30 fois, observées longitudinalement (B, à gauche) et transversalement (A). A côté, j'ai fait figurer la signature

de Hooke.

La place de l’observation 18 dans Micrographia : comment Hooke confirme l’origine biologique des fossiles par les « cellules » qu’il découvre dans le liège.

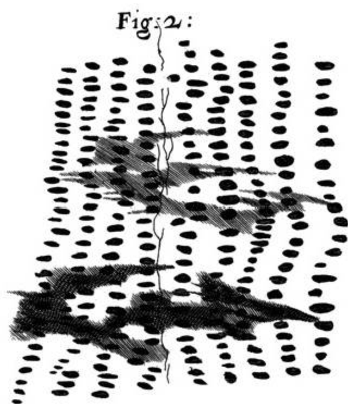
Existe t’il un ordre, une logique dans la disposition des articles de Micrographia, où l’ensemble n’est-il qu’une collection disparate de considérations variées ? A posteriori, il semble bien que Hooke ait ordonné certaines parties, certains articles de l’ouvrage afin d’en construire la continuité.

Ainsi, contre l’opinion dominante de son temps, qui voit dans les fossiles des artefacts d’origine minérale, Hooke affirme et donne des éléments visant à démontrer que les fossiles ont bien une origine biologique. Toutefois, il ne peut encore, vu le contexte politique et religieux de l’époque, énoncer clairement ses opinions. Ses observations à ce sujet précèdent l’article sur les cellules du liège, mais l’ensemble suit *a posteriori* une progression logique :

> * L’observation 16 (sur le charbon) montre la présence de fossiles dans les gisements et prend clairement parti en faveur de leur origine biologique, Hooke écrivant à la fin de ce chapitre : « *Francisco Stelluto écrivit un Traité en italien à ce sujet, qui a été imprimé à Rome, 1637, affirmant que c’est un certain type d’argile ou de terre qui au cours du temps se transforme en bois.* ***Je soupçonne plutôt tout le contraire****, a savoir que ce fut d’abord certains grands arbres, sapin ou pin, qui par cause de séismes, ou tout autre accident, en sont venu à être ensevelis sous la terre, et là, après* ***un séjour très long*** *(en accord avec la nature de plusieurs des parties adjacentes les englobant) ils ont soit pourri en devenant une sorte d’argile, soit se sont pétrifiés en devenant une sorte de pierre, ou bien ont vu* ***leurs pores remplis avec des liquides minéraux*** *qui, étant restés à l’intérieur de ces derniers, se sont solidifiés au cours du temps.* »

Il ne faut pas oublier que le mot « pore », pour Hooke, est synonyme de « cellules », au sens où nous l'entendons. Il décrit bien là un mécanisme de formation du charbon et des fossiles d'une grande clairvoyance. Mais il va encore préciser sa pensée, on observant cette fois non une substance contenant parfois des fossiles, mais ces derniers eux-mêmes.

* L'observation 17 (*sur le bois pétrifié et d'autres corps pétrifiés*, autrement dit sur ce que nous appelons les fossiles) décrit la comparaison des organismes vivants et de leurs « équivalents » pétrifiés (*Ci-contre, dessin de Hooke représentant du bois fossilisé observé au microscope – schéma X de Micrographia*), et Hooke se prononce alors sans appel : « *À partir de tout cela (ses observations précédentes) et de plusieurs autres détails que j'ai*



observés, je ne peux pas m'empêcher de penser que toutes ces choses, et la plupart des autres types de corps pierreux qui se trouvent être d'une forme étrange, doivent leur formation et leur forme non pas à quelque type de « vertu formatrice » inhérente à la terre, mais aux coquilles de certains mollusques, qui, soit par quelque déluge, inondation, tremblement de terre, ou quelques autres moyens de cette sorte, sont venu à être rejeté à cet endroit, et y ont été remplis par quelque sorte de boue ou d'argile, ou avec une eau pétrifiante, ou quelque autre substance ***qui au cours du temps se sont confondues et solidifiées dans ces moules coquilliers où se sont formés ces matériaux que nous trouvons maintenant. »***

* L'observation 18, enfin, effectue un retour au vivant, montrant que les « pores » que l'on y observe sont semblables à ceux observés dans les bois fossiles. Il suffit de comparer la figure 2 du schéma X, décrivant le bois pétrifié, avec la figure

1b du schéma XI pour en être persuadé : l'une est le négatif de l'autre. Toutefois, il serait inexact de croire que Hooke a suivi en ce domaine un « programme de recherche » rigoureux : explorant le monde avec son instrument, il recherchait bien davantage la raison « microscopique » des propriétés physiques du liège, en particulier de sa légèreté et de son élasticité, une propriété qu'il a été l'un des premiers à quantifier dans la loi qui porte son nom, plutôt qu'une confirmation dans celui-ci de l'origine biologique des fossiles. Cette idée, et l'ordonnancement qui en résulte, ne lui est venue que par la suite, et ne sera pleinement développée que dans les textes parus après sa mort.

Que conclure au terme de ce rapide examen ? Hooke s'est trouvé au cœur de la science de son temps. Il a eu à la fois l'avantage et le défaut de voisiner des géants comme Newton ou Boyle. Il n'a que peu participé à la mathématisation de la nature, initiée par Galilée et si bien mise en place par Newton et Leibniz, mais s'est davantage positionné en ingénieur, en fabricant d'expériences, voire en « montreur » de science. Il a certes manqué de temps et de flair mathématique pour interpréter la masse considérable de résultats expérimentaux qu'il a collationnée, mais il a réussi à laisser son empreinte, à travers sa Micrographia, dans l'histoire des sciences. Davantage faiseur d'objet que bâtisseur de théories, il n'en a pas moins entrevu, grâce à ses réalisations techniques, nombre d'idées révolutionnaires, dont la nature des fossiles, l'existence des cellules, mais aussi le caractère ondulatoire de la lumière et la nécessité de prolonger l'emprise des sens sur le monde pour parvenir à une meilleure compréhension de ce dernier. Même si l'éclat de ses contributions au savoir humain à pâli à côté de la révolution newtonienne, il n'en reste pas moins que Hooke à initié les noces entre sciences et technique, une union à la fécondité exceptionnelle, base de notre monde moderne. La pompe à vide qu'il a mise au point et perfectionnée pour Boyle a ouvert la voie à l'utilisation de ce même vide dans les machines à vapeur qui ne vont pas tarder, à la suite de Newcomen, à couvrir l'Angleterre et à la propulser dans la révolution industrielle. Hooke méritait donc bien, à tout le moins, l'hommage imparfait de mes lignes.

R. Raynal

Bibliographie

Française :

Elle est plus que succincte : il n'existe rien en Français sur Hooke, hormis l'article de Wikipedia qui lui est consacré, et qui est un résumé du texte anglais.

Anglaise :

On trouve tout de même davantage de références (ce qui n'est pas difficile !). Citons :

– **Micrographia**, numérisé dans le cadre du projet Gutemberg.

– L'article « Hooke » de la **version anglaise de Wikipedia**, de loin plus complète que la version française.

– **England's Leonardo : Robert Hooke and the Seventeenth-Century Scientific Revolution**, Allan Chapman. Ed. Institute of Physics Publishing.

– **The Curious Life of Robert Hooke : The Man Who Measured London**, Lisa Jardine. Ed. Harper Perennial (septembre 2004)

– **Robert Hooke : Natural Philosopher and Scientific Explorer**, Michael Burgan. Ed. Compass Point Books (juillet 2007)

Annexes

Tableau « *An Experiment on a Bird in an Air Pump* » de Joseph Wright of Derby, 1768

Vers tirés du *Vagabond* de Richard Savage (1729) :

** La pompe à air de Hooke était appelée à l'époque « moteur pneumatique ».*